

Матеріали науково-практичного семінару  
«Міжнародний інвестиційний форум – виставка з  
енергоефективності та енергоощадності 2015»

---

УДК 553.981

О.П. Колісник

*Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ**

Дефіцит енергії, корисних копалин, складність видобутку корисних копалин, збільшення цін на енергоресурси – все це змушує людство шукати альтернативні джерела енергії. В світі буде спостерігатися ріст використання різних видів палива (рис. 1, де  $M$  – маса корисних копалин). Основними корисними копалинами, які використовуються як джерела енергії на Україні, є газ, вугілля, нафта. На жаль, їхній видобуток є економічно невигідним. Більш ніж півстолітній видобуток природного газу на Україні призвів до вичерпання значної кількості запасів (завдяки легкості видобутку, малій глибині залягання). Тому виникла необхідність використання інших джерел енергії, в тому числі і сланцевого газу.

Поклади сланцевого газу в Україні не були використані, оскільки не були відомі технології видобутку, точні запаси, не існувало устаткування, яке б дозволило з достатнім економічним ефектом видобувати сланцевий газ. В той же час у розвинутих країнах світу сланцевий газ вже давно видобувається. На цей час новітні технології видобування сланцевого газу, розроблені в США, спричинили революційні зміни на світовому енергетичному ринку. Вже сьогодні за сукупними обсягами видобування газу США випередили Росію і практично відмовились від імпорту північно-африканського та близькосхідного скрапленого газу.

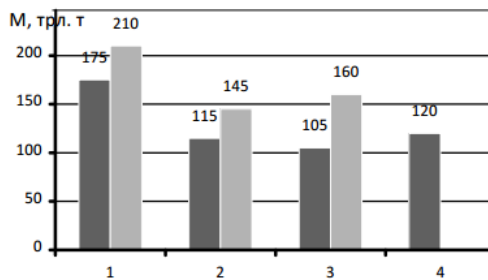


Рисунок 1. – Динаміка використання різних видів палива в світі за період 2005 – 2030 рр.: 1 – нафта; 2 – вугілля; 3 – газ; 4 – загальний приріст

Сланцевий газ (англ. natural shale gas) являє собою природний газ, складається переважно з метану, найпростішого вуглеводню, з хімічною формулою  $\text{CH}_4$ , який залягає в сланцевих пластах – гірських породах з характерним пошаровим розміщенням мінералів. За різними оцінками експертів потенційні запаси сланцевого газу в Україні становлять від 2 до 30 трлн  $\text{м}^3$ , що складає близько 8 % від загального об'єму загального світового запасу сланцевого газу. Найбільш перспективними для розробки вважаються родовища, наведені на рис. 2 [2, 3].

Основні характеристики та питомі показники вартості первинних енергоресурсів України представлені в таблиці.

Енергоносіє	Запаси	Калорійність, ккал/кг	Вартість видобутку, млн грн
Вугілля	34153 млн т	6150–7600	7,6
Нафта	658 млн т	11000	13,2
Природний газ	4244 млрд $\text{м}^3$	9000	12,89
Сланцевий газ	2,5 трлн $\text{м}^3$	7000–8000	18,2



Рисунок 2. – Основні родовища сланцевого газу в Україні по областях: 1 – Львівська; 2 – Івано-Франківська; 3 – Тернопільська; 4 – Дніпропетровська; 5 – Донецька

Технологія видобування сланцевого газу складається із трьох головних етапів: вертикального буріння свердловин до місця розташування газоносного пласта (від 1 до 4 км), горизонтального буріння вздовж газоносного пласта і гідравлічного розриву газоносного пласта в радіусі декількох сотень метрів навколо магістрального горизонтального каналу (рис. 3).

Підбір хімічного складу гідравлічного розчину, який використовується у розриві породи, залежить від фізико-хімічної характеристики газоносного пласта. Однак найбільш поширеним є такий склад гідравлічного розчину: 98% водо-піскової суміші та 2% спеціальної токсичної хімічної речовини. В Україні, за даними експертів, газоносні пласти залягають на глибині близько 2,5–4 км, отже, вихід технічної породи на одному кластері становитиме близько 1350 м<sup>3</sup> або 4725 м<sup>3</sup> на 1 км<sup>2</sup>. Досвід видобування сланцевого газу в США показує, що дебіт одної свердловини може становити близько 79,3 тис. м<sup>3</sup> на день. Однак він постійно скорочується впродовж перших

п'яти років експлуатації. Середній вік одної свердловини становить близько 7 років, після чого видобування газу стає економічно невиправданим.

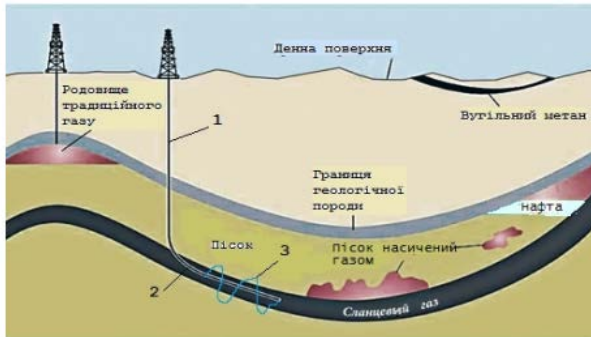


Рисунок 3. Схема технологічних етапів видобутку сланцевого газу: 1 – вертикальне буріння; 2 – горизонтальне буріння; 3 – гідравлічний розрив.

Економічна ефективність різних видів первинних енергоресурсів наведена на рис. 4. Провівши лінійну апроксимацію даних, наведених в таблиці, ми отримали залежності питомих показників вартості первинних енергоресурсів:

$$F_1(x) = 0,011 \cdot x + 0,072; \quad F_2(x) = 8,441 \cdot 10^{-3} x + 0,087;$$
$$F_3(x) = 0,025 \cdot x + 0,020; \quad F_4(x) = 7,462 \cdot 10^{-3} x + 0,017.$$

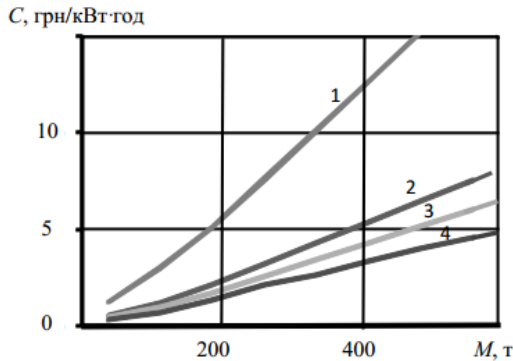


Рисунок 4. – Залежність питомих показників вартості первинних енергоресурсів: 1 – вугілля; 2 – нафта; 3 – природний газ; 4 – сланцевий газ

З графіка видно, що вартість сланцевого газу найменша і його видобуток є економічно вигідним.

Економічну ефективність первинних енергоресурсів можна розрахувати, визначивши кількість тепла, отриманого при спалюванні 1 кг твердого, рідкого, або 1 м<sup>3</sup> газоподібного палива, що відповідає отриманню 1 ккал (4,19 кДж) тепла [4]. Для первинних енергоресурсів найбільш важливими характеристиками палива є вища Q<sub>В</sub> та нижча Q<sub>Н</sub> температури спалювання, які зв'язані між собою співвідношенням

$$Q_B = Q_H + k(W + 9H),$$

де k – коефіцієнт, що дорівнює 25 кДж/кг (6 ккал/кг); W – кількість води в спалюваній речовині, % за масою; H – кількість водню в спалюваній речовині, % за масою.

На практиці для визначення теплоти спалювання користуються нижчою температурою спалювання Q<sub>Н</sub> енергоносія, яка відповідає кількості тепла, отриманого

при повному спалюванні палива без урахування теплоти конденсації водяного пару. Нижчу теплоту спалювання  $Q_H$  (кДж/м<sup>3</sup> сланцевого газу) визначають за об'ємним складом і відомою теплотою спалювання компонентів за формулою, запропонованою Д.І. Менделєєвим:

$$Q_H = 358CH_4 + 640C_2H_6 + 915C_3H_8 + 1190C_4H_{10} + 1465C_5H_{12} + 126,5CO + 107,5H_2 + 234 H_2S,$$

де  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_5H_{12}$ ,  $CO$ ,  $H_2$ ,  $H_2S$  – складові природного газу, відповідно метан, етан, пропан, бутан, чадний газ, водень, сірководень.

Теплоту спалювання  $Q_c$  сланцевого газу можна визначити також по вуглецевому показнику  $n$  за допомогою лінійних залежностей [4]:

$$Q_B = 29307,6n + 10048,32; Q_H = 29307,6n + 10048,32.$$

Першочергову увагу треба звернути на поглиблене вивчення екологічних аспектів видобування сланцевого газу з метою своєчасного розроблення адекватних механізмів контролю та запобігання техногенних аварій у місцях розробки запасів сланцевого газу [5]. До головних екологічних загроз, що будуть пов'язані з видобуванням газу в обсязі 10 млрд м<sup>3</sup> на рік, можна віднести:

недотримання правил поводження з хімічними речовинами та порушення технологій виконання бурових робіт, що може спричинити потрапляння отруйних речовин у природні резервуари питної води, ґрунтові та поверхневі води навколо місць розробки газу;

накопичення у ґрунтових водах важких металів та органічних хімікатів, природних радіоактивних матеріалів;

зростання обсягів використання технічної води в районах розробки родовищ та відсутність інфраструктури утилізації значних обсягів технічної рідини (5 – 10 млн м<sup>3</sup>

для 3000 свердловин), що відкачуватиметься із свердловин газу перед початком їх експлуатації;

необхідність утилізації значних обсягів технічної породи в районах видобування сланцевого газу (близько 700 тис. м<sup>3</sup>);

на підготовчому етапі під час облаштування близько 3 тис. свердловин, призначених для видобування 10 млрд м<sup>3</sup> газу в Україні, сукупні викиди CO<sub>2</sub> від транспортних робіт в атмосферу становитимуть не менш ніж 600 млн т;

міграція та неконтрольовані викиди сланцевого газу після гідравлічного розриву породи, потрапляння його у водозабірні системи комунального водогосподарства прилеглих територій.

Як бачимо, проблеми є досить суттєвими, їх подолання потребуватиме значних фінансових витрат та організаційних зусиль усіх рівнів влади. Оскільки видобуток будь-якого виду викопних корисних копалин супроводжується великим ризиком для здоров'я, необхідно дотримуватися правил техніки безпеки.

За різними оцінками експертів масштабне видобування сланцевого газу в Україні може розпочатись не раніше 2015 – 2020 рр. Отже, ще є час для врахування усіх специфічних питань, пов'язаних з розробкою цього виду нового палива. Звичайно, існують і фінансові ризики, тому розвиток нової галузі видобування цього виду газу в Україні повинен стати справою фондів та приватних інвесторів. Основним завданням уряду країни є сприяння залученню цих інвестицій та створенню нових робочих місць в галузі, законодавче регулювання та організація прозорих і конкурентних умов діяльності міжнародних компаній, які готові вкладати кошти у цей бізнес з дотриманням вимог екологічного законодавства України.

### Бібліографічні посилання:

1. М.І. Сергієнко, інж., І.О. Ополінський, студ. Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2011. – Вип. 21.
2. Айзенверг Д.Е. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Стратиграфия / Д.Е. Айзенверг, О.И. Берченко, Н.Е. Бражникова // Наук. думка, 1988. – 234 с.
3. Гавриш В.К. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие / В.К. Гавриш, Г.Д. Забелло, Л.И. Рябчун // Наук. думка, 1989. – 245 с.
4. Кнорре Г.Ф. Теория топочных процессов / Г.Ф. Кнорре, К.М. Арефьев, А.Г. Блох // М. – Энергия, 1966. – 492 с.
5. Дикань В.Л. Основы экологии и природопользования / В.Л. Дикань, А.Г. Дейнека, Л.А. Позднякова, И.Д. Михайлов, А.А. Каграманян. – Харьков: ООО «Олант», 2002. – 384 с.